

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①② Offenlegungsschrift
①① DE 3303482 A1

⑤① Int. Cl. 3:
F01 D 11/08
F 01 D 5/30 A

②① Aktenzeichen: P 33 03 482.6
②② Anmeldetag: 2. 2. 83
②③ Offenlegungstag: 25. 8. 83

DE 3303482 A1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
18.02.82 US 349747

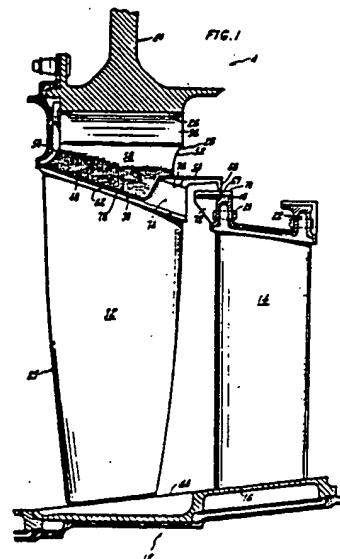
⑦① Anmelder:
United Technologies Corp., 06101 Hartford, Conn.,
US

⑦④ Vertreter:
Menges, R., Dipl.-Ing.; Prahl, H., Dipl.-Chem.
Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

⑦⑦ Erfinder:
Buxe, Paul Murray, 33410 Lake Park, Fla., US;
Marshall, James Franklin; Smith jun., Paul
Alexander, 33410 Palm Beach Gardens, Fla., US

⑤④ Rotorbaugruppe

Der Halsteil (38) einer Laufschaufel (25) weist ein ringförmiges, axial vorstehendes Segment (34) auf, das an dem Halsteil angeformt ist und Seitenränder hat, die an entsprechenden Segmenten von benachbarten Laufschaufeln anliegen, um einen in Segmente geteilten Ring zu bilden, der zusammen mit dem ruhenden Gebilde (12) eine Zwischenstufenringdichtung bildet: Jede Laufschaufel (25) hat außerdem eine Luftsperrung (74), die sich quer von jeder Seite des Wurzelhalses (38) aus und radial zwischen der Laufschaufelplattform (30) und dem ringförmigen Dichtungssegment (34) erstreckt. Die Luftsperrungen (74) von benachbarten Laufschaufeln (25) liegen ebenfalls aneinander an, um eine Ringdichtung zu bilden, die den axialen Strom von Luft durch die Rotorstufe unter den Laufschaufelplattformen (30) zwischen den Laufschaufelwurzelhälsen (38) verhindert. In einer bevorzugten Ausführungsform werden dünne Silikonkautschukstreifen (78) benutzt, um jedwede Spalte zwischen den aneinander anliegenden Rändern von benachbarten Laufschaufeln abzudichten. (33 03 482)



DE 3303482 A1

PATENTANWÄLTE
MENGES & PRAHL

3303482

Zugelassene Vertreter vor dem Europäischen Patentamt
Professional representatives before the European Patent Office

Erhardtstrasse 12, D-8000 München 5

Patentanwälte Menges & Prahl, Erhardtstr 12, D-8000 München 5

Dipl.-Ing. Rolf Menges
Dipl.-Chem. Dr. Horst Prahl

Telefon (089) 26 3847
Telex 529581 BIPAT D
Telegramm BIPAT München

Ihr Zeichen/Your ref.

Unser Zeichen/Our ref.

Datum/Date

U 828

02.02.83

United Technologies Corporation
Hartford, Connecticut 06101, V.St.A.

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Rotorbaugruppe und benachbartes ruhendes Gebilde für ein Gasturbinentriebwerk, gekennzeichnet durch eine Scheibe (24) mit mehreren sich axial erstreckenden Laufschaufelaufnahmeschlitten (26) an ihrem Umfang; und durch mehrere Laufschaufeln (25), von denen jede eine Plattform (30), ein Flügelprofilteil (32) und eine Wurzel (28) mit einem Fußteil (36) und einem Halsteil (38) hat, wobei die Plattform, der Flügelprofilteil und die Wurzel aus einem Stück hergestellt sind, wobei die Fußteile der Laufschaufeln jeweils in den Schlitten (26) angeordnet sind, wobei sich der Halsteil (38) von dem Fußteil radial nach außen zu der Plattform erstreckt und ein stromaufwärtiges und ein stromabwärtiges Ende (50, 52) sowie in Querrichtung weisende Seitenflächen (54) hat, die Abstand von den Seitenflächen benachbarter Laufschaufelwurzelschäfte (38) aufweisen, wobei sich der Flügelprofilteil (32) von der Plattform radial nach außen erstreckt, wobei jede Plattform (30) einen sich axial erstreckenden Rand (58) auf jeder Seite des Flügelprofilteils (32) hat, wobei jeder Rand an einem entsprechenden Rand der Plattform einer benachbarten Laufschaufel im wesentlichen an-

liegt, wobei jede Laufschaufel (25) ein Ringdichtungssegment (34) aufweist, das einstückig mit einem der Enden des Halsteils gebildet ist und axial von dem Ende vorsteht und in radialem Abstand einwärts der Plattform und radial außerhalb des Fußteils (36) angeordnet ist, wobei die Dichtungssegmente (34) jeweils einen sich axial erstreckenden Rand (64) auf jeder Seite des Halsteils (38) im wesentlichen in Anlage an einem entsprechenden Rand eines benachbarten Dichtungssegments haben, wobei die Segmente einen in Segmente geteilten Ring bilden, wobei der Ring zusammen mit dem ruhenden Gebilde (12) eine erste Ringdichtung bildet, wobei jede Laufschaufel außerdem eine Luftsperrvorrichtung (74) aufweist, die sich seitlich von jeder der Halsteilseitenflächen (54) zu den Rändern (64) des Dichtungssegments und radial von der Plattform (30) aus zu dem Dichtungssegment erstreckt, und wobei die Luftsperrvorrichtungen von benachbarten Laufschaufeln im wesentlichen aneinander anliegen und eine zweite Ringdichtung bilden.

2. Rotorbaugruppe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftsperrvorrichtung (74) einstückig mit der Laufschaufel (25) gebildet ist und eine dünne Rippe (100) aufweist.

3. Rotorbaugruppe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftsperrvorrichtung (74) aus formgepreßtem oder -gespritztem Silikonkautschuk auf jeder Seite des Halsteils (38') besteht, der mit dem Halsteil und der Plattform (30') verklebt ist.

4. Rotorbaugruppe nach Anspruch 2 oder 3, gekennzeichnet durch einen dünnen Silikonkautschukstreifen (78, 78'), der auf der vollen axialen Länge der Berührungslinie zwischen benachbarten Plattformen (30, 30') und zwischen be-

00-00-83

- 3 -

nachbarten Dichtungssegmenten (34, 34') überlagert ist, um das Hindurchlecken zu verringern, wobei jeder Streifen mit wenigstens einer der Laufschaufeln (25) verklebt ist.

5. Rotorbaugruppe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Dichtungssegment (34) ein sich radial und in Umfangsrichtung erstreckendes Lippensegment (68) aufweist, wobei die Lippensegmente von benachbarten Laufschaufeln (25) eine ringförmige Schneide (69) bilden, und daß das ruhende Gebilde (12) eine zylindrische Fläche (70) in radialem Abstand von und in unmittelbarer Nähe der Schneide (69) aufweist.

PATENTANWÄLTE
MENGES & PRAHL

3303482

Zugelassene Vertreter vor dem Europäischen Patentamt
Professional representatives before the European Patent Office

Erhardtstrasse 12, D-8000 München 5

Patentanwälte Menges & Prah, Erhardtstr 12, D-8000 München 5

Dipl.-Ing Rolf Menges
Dipl.-Chem. Dr. Horst Prah

Telefon (089) 26 3847
Telex 529581 BIPAT d
Telegramm BIPAT München

Ihr Zeichen/Your ref

Unser Zeichen/Our ref. U 828

Datum/Date 02.02.83

United Technologies Corporation
Hartford, Connecticut 06101, V.St.A.

Rotorbaugruppe

Die Erfindung betrifft eine Rotorbaugruppe und insbesondere eine Gasturbinenriebwerksluftabdichtung.

Gewöhnlich wird eine Schneidendichtung benutzt, um die Leckage von Luft aus einem Gasturbinenriebwerksgasströmungsweg zwischen einer Rotorstufe und einer benachbarten Statorstufe zu minimieren. Die Schneidendichtung hat typisch eine zylindrische Oberfläche oder einen Dichtsteg in radialem Abstand einwärts der Schaufelplattformen, die den Gasströmungsweg begrenzen, und ein entsprechendes zylindrisches Teil, das eine sich radial erstreckende Lippe oder Schneide aufweist, die in sehr engem Abstand von dem Dichtsteg angeordnet ist und diesen vielleicht berührt (im Falle von abschleifbaren Dichtungen). Entweder die Schneide oder der Dichtsteg kann an der umlaufenden Stufe befestigt sein, während der andere Teil der Dichtung an dem ruhenden Gebilde befestigt ist oder Teil desselben ist. Oft ist der umlaufen-

000000

3303482

5
- 2 -

de Teil der Dichtung ein ringförmiges Teil, das an einer Stirnfläche der Rotorscheibe befestigt ist, beispielsweise durch Nieten. Das kann angesichts der erforderlichen Anzahl zusätzlicher Teile und der Spannungskonzentrationen in der Scheibe an den Befestigungspunkten unerwünscht sein.

Eine andere Möglichkeit ist in der US-PS 4 218 189 beschrieben, gemäß welcher der Schneidenteil der ringförmigen Dichtung ein Teil des ruhenden Gebildes und der Dichtsteg die Oberfläche eines in Segmente geteilten Zylinders ist, welcher Teil der umlaufenden Stufe ist. Der Zylinder wird durch ringförmige Vorsprünge gebildet, die an jeder Laufschaufelwurzel angeformt sind und sich von dieser aus axial erstrecken, wobei diese ringförmigen Vorsprünge mit ringförmigen Vorsprüngen abwechseln, welche an der Scheibenstirnfläche zwischen den Laufschaufelwurzelschlitzten angeformt sind, sich von diesen aus axial erstrecken und an den Vorsprüngen an den Laufschaufeln anliegen. Ein Nachteil einer solchen Dichtungs konstruktion ist, daß, wenn ein Dichtstegsegment, das von der Scheibe vorsteht, beschädigt wird, die gesamte Scheibe ausgetauscht werden muß, um die Dichtigkeit der Dichtung wiederherzustellen.

Die US-PS 3 719 431 beschreibt eine mehrteilige Laufschaufel, die einen kastenartigen Bund um die Basis des Flügelprofilteils aufweist. Ein Ende des Bundes hat axial vorstehende, Ringdichtstegsegmente, die, wenn die Laufschaufeln in einer Scheibe angeordnet sind, an den Ringdichtungssegmenten an den Bündeln von benachbarten Laufschaufeln anliegen, um einen in Segmente geteilten Dichtstegring zu bilden.

Die Erfindung schafft eine Gasturbinen triebwerks zwischenstufenluftabdichtung, bei der der umlaufende Teil der Dich-

tung einstückig mit den Laufschaufelwurzeln ausgebildet ist.

Ferner schafft die Erfindung eine Gasturbinentriebwerkzwischenstufendichtung, die Zwischenstufendichtteile, welche an der Rotorstufe mechanisch befestigt sind, eliminiert.

Ferner schafft die Erfindung eine Rotorbaugruppe und ein benachbartes ruhendes Gebilde für ein Gasturbinentriebwerk, die eine Luftabdichtung ergeben, um die Leckage aus dem Gasweg zwischen einer umlaufenden und einer feststehenden Stufe zu verhindern, und die außerdem die axiale Leckage von Luft an der umlaufenden Stufe unter den Laufschaufelplattformen verhindern.

Gemäß der Erfindung haben die Laufschaufeln, die in axialen Schlitten am Umfang einer Scheibe angeordnet sind, eine Plattform, einen Flügelprofilteil und eine Wurzel mit einstückigem Aufbau, wobei der Halsteil der Wurzel zwischen dem Umfang der Scheibe und der Laufschaufelplattform ein axial vorstehendes Ringsegment aufweist, das einstückig mit dem Hals gebildet ist und Seitenränder hat, die an entsprechenden Segmenten von benachbarten Laufschaufeln anliegen, um einen in Segmente geteilten Ring zu bilden, der zusammen mit dem ruhenden Gebilde eine Zwischenstufenringdichtung bildet, wobei jede Laufschaufel außerdem eine Luftsperrung aufweist, die sich quer von jeder Seite des Wurzelhalses aus und radial zwischen der Laufschaufelplattform und dem Ringdichtungssegment erstreckt, wobei die Luftsperrungen von benachbarten Laufschaufeln im wesentlichen aneinander anliegen und eine Ringdichtung bilden, die die axiale Strömung von Luft durch die Rotorstufe unter den Laufschaufelplattformen zwischen den Laufschaufelwurzelhälften verhindert.

000000

3303482

7

- 4 -

Die Luftsperrung kann aus formgepreßtem oder -gespritztem Silikonkautschuk bestehen, der mit jeder Seite des Laufschaufelwurzelhalses und mit der Unterseite der Laufschaufelplattform verklebt ist; oder die Luftsperrung kann eine dünne Rippe sein, die einstückig mit dem Laufschaufelwurzelhals der Laufschaufelplattform und dem Ringdichtungssegment gebildet ist und diese miteinander verbindet, wobei die Seitenränder der Rippen von benachbarten Laufschaufeln im wesentlichen aneinander anliegen.

Vorzugsweise werden dünne Streifen aus Silikonkautschuk benutzt, um jedwede Spalte zwischen den aneinander anliegenden Rändern der Laufschaufelplattformen und den aneinander anliegenden Rändern der Ringdichtungssegmente abzudichten. Diese Streifen werden mit der Unterseite der Laufschaufelplattform und den Ringdichtungssegmenten jeder Laufschaufel verklebt und überlappen die untere Fläche der Laufschaufelplattform und das Ringdichtungssegment der nächsten benachbarten Laufschaufel. Sie überdecken außerdem jeden Spalt zwischen aneinandern anliegenden Luftsperrungen.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1

in einer Teilseitenansicht und teilweise im Schnitt eine Rotorbaugruppe und ein benachbartes ruhendes Gebilde gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2

eine perspektivische Ansicht eines Teils der Rotorbaugruppe nach Fig. 1, die zwei benachbarte Laufschaufeln in

einer Scheibe zeigt, wobei eine Laufschaufel der Übersichtlichkeit halber mit unterbrochenen Linien dargestellt ist, und

Fig. 3

eine perspektivische Ansicht ähnlich der in Fig. 2, die aber eine weitere Ausführungsform der Erfindung zeigt.

Als eine Ausführungsform der Erfindung wird beispielshalber die Verdichterrotorbaugruppe eines Gasturbinentriebwerks betrachtet, die in Fig. 1 insgesamt mit der Bezugszahl 10 bezeichnet ist. Außerdem ist in Fig. 1 ein ruhendes Gebilde 12 des Gasturbinentriebwerks gezeigt, welches mehrere Leitschaufeln 14 aufweist, die an ihren radial äußersten Enden an dem Triebwerksgehäuse 16 und an ihren innersten Enden an einem Tragring 18 mittels Stiften 20 befestigt sind, welche durch den Ring 18 und Ansätze 22 an den inneren Enden der Leitschaufeln 14 hindurchgeführt sind.

Gemäß den Fig. 1 und 2 umfaßt die Rotorbaugruppe 10 eine Scheibe 24 und mehrere Laufschaufeln 25. Die Scheibe 24 hat mehrere sich axial erstreckende Schwalbenschwanzschlitze 26, die in gegenseitigem Abstand über ihren Umfang verteilt sind. Jede Laufschaufel 25 hat eine Wurzel 28, eine Plattform 30, einen Flügelprofilteil 32 und ein ringförmiges Zwischenstufenluftabdichtungssegment 34, die in einem Stück hergestellt und dadurch einstückig miteinander verbunden sind. Gemäß Fig. 2 hat jede Laufschaufelwurzel 28 einen schwalbenschwanzförmigen Fußteil 36 und einen verlängerten oder langgestreckten Halsteil 38. Der Fußteil 36 jeder Wurzel 28 paßt in einen der Schwalbenschwanzschlitze 26 in dem Umfang der Scheibe 24. Der Wurzelhalsteil 38 er-

000000

3303482

- 9 -

streckt sich von dem Fußteil 36 radial nach außen zu der Unterseite 40 der Plattform 30 und hat ein stromaufwärtiges Ende 50, ein stromabwärtiges Ende 52 und in Querrichtung weisende Seitenflächen 54. Jede Seitenfläche 54 hat Abstand von der Halsseitenfläche einer benachbarten Laufschaufel 25 (die in Fig. 2 mit unterbrochenen Linien dargestellt ist), so daß zwischen ihnen ein Spalt vorhanden ist. Jede Plattform 30 hat einen sich axial erstreckenden Rand 58 auf jeder Seite des Flügelprofilteils 32, der an dem Rand der Plattform 30 einer benachbarten Laufschaufel im wesentlichen anliegt. Die Flügelprofilteile 32 erstrecken sich von der Plattform 30 aus radial nach außen bis zu einem Punkt kurz vor dem ruhenden Gebilde 12, das die äußere Gasströmungswegwand 60 bildet. Radial nach außen weisende Flächen 62 der Plattformen 30 bilden die innere Gasströmungswegwand.

In dieser Ausführungsform der Erfindung erstreckt sich das Ringdichtungssegment 34 der Luftabdichtung von dem stromabwärtigen Ende 52 des Halsteils 38 an einer radialen Stelle ungefähr in der Mitte zwischen dem Schwalbenschwanzfußteil 36 und der Plattform 30 axial nach außen. Das Segment 34 erstreckt sich außerdem quer (d.h. in Umfangsrichtung) von beiden Seitenflächen 54 ausreichend weit weg, so daß die sich axial erstreckenden Seitenränder 64 der Dichtungssegmente 34 im wesentlichen an den Seitenrändern der Dichtungssegmente von benachbarten Laufschaufeln anliegen, um einen vollständigen, in Segmente geteilten Ring zu bilden. Das am weitesten stromabwärts gelegene Ende jedes Segments 34 hat außerdem eine sich radial nach außen erstreckende Lippe 68, die in Kombination mit den Lippen 68 der anderen Laufschaufeln in der Scheibe 24 eine ringförmige Schneide 69 bildet. Die Schneide 69 ist in radialem Abstand von und in unmittelbarer Nähe der zylindrischen Fläche 70 eines feststehenden Ringteils 72 angeordnet, das an dem Leitschaufeltragring 18 befestigt ist. Dadurch wird eine erste ringförmige Zwischenstufendichtung gebildet.

Um zu verhindern, daß Luft den Strömungsweg zwischen der umlaufenden Stufe der Rotorbaugruppe 10 und der benachbarten feststehenden Stufe verläßt und sich stromaufwärts durch die umlaufende Stufe zwischen den Laufschaufelhälsen 38 bewegt, hat jede Laufschaufel 25 außerdem Luftsperrren 74, die sich von der unteren Fläche 48 der Plattform 30 zu der radial nach außen weisenden Fläche 76 jedes Dichtungssegments 34 auf beiden Seiten des Halsteils 38 erstrecken. Jede Luftsperrre 74 erstreckt sich quer von jeder Seitenfläche 54 des Halsteils 38 weg zu einem Plattformrand 58 und dem Dichtungssegmentrand 64, so daß die Luftsperrren 74 an den Luftsperrren von benachbarten Laufschaufeln im wesentlichen anliegen. In dieser Ausführungsform bestehen die Luftsperrren 74 aus Silikonkautschuk, der durch Formpressen oder -spritzen in den Raum zwischen den Laufschaufelplattformen 30 und den Dichtungssegmenten 34 eingebracht wird und sich während des Formvorgangs mit denjenigen Flächen der Laufschaufel, die er berührt, selbst verklebt.

Bei Bedarf kann eine radiale Leckage aus dem Gasströmungsweg zwischen den aneinander anliegenden Rändern 58 von benachbarten Plattformen 30 und zwischen den aneinander anliegenden Rändern 64 von benachbarten Dichtungssegmenten 34 und eine axiale Leckage zwischen aneinander anliegenden Luftsperrren 74 von benachbarten Laufschaufeln 25 reduziert werden, indem ein dünner Silikonkautschukstreifen 78 auf der vollen axialen Länge der Berührungslinie zwischen benachbarten Plattformrändern 58, zwischen benachbarten Dichtungssegmenten 34 und zwischen benachbarten Luftsperrren 74 überlagert wird. In dieser Ausführungsform erfolgt das gegenseitige Aneinanderanliegen der Ränder 58, der Segmente 34 und der Luftsperrren 74 in derselben Ebene. Der Streifen wird auf seiner Länge vorzugsweise nur mit einer

der Laufschaufeln verklebt und überlappt die Oberfläche der benachbarten Laufschaufel. Es ist Stand der Technik, Silikonkautschukstreifen zu benutzen, um den geradlinigen Spalt zwischen den Rändern von benachbarten Laufschaufelplattformen abzudichten.

Es ist zu erkennen, daß gemäß der Erfindung die Zwischenstufenluftabdichtung gebildet wird, ohne daß es erforderlich ist, gesonderte Teile an der Laufschaufelscheibe mechanisch zu befestigen. Außerdem, wenn eines der Dichtungssegmente 34 beschädigt wird, ist es lediglich erforderlich, eine Laufschaufel auszutauschen oder zu reparieren, aber keine Scheibe, da die Scheibe nicht Teil der Dichtung ist wie bei einigen bekannten Konstruktionen.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung ist in Fig. 3 gezeigt. Gleiche Teile wie bei der ersten Ausführungsform tragen gleiche Bezugszahlen, die allerdings mit einem hochgesetzten Strich versehen sind. In dieser weiteren Ausführungsform weist die Luftabdichtung zum Verhindern einer axialen Luftströmung aus dem Strömungsweg stromaufwärts zwischen den Laufschaufelhälsen eine dünne Rippe 100 auf jeder Seite des Laufschaufelhalses 38' auf, die an der Laufschaufel angeformt ist, sich radial von der Plattform 30' aus zu dem Dichtungssegment 34' und außerdem quer von jeder Halsteilseitenfläche 54' aus zu einem Seitenrand 64' des Dichtungssegments 34' erstreckt. Jede Rippe 100 hat einen Seitenrand 102, der an dem Seitenrand der Rippe einer benachbarten Laufschaufel anliegt. Der Silikonkautschukstreifen 78' ist mit der unteren Fläche 48' der Plattform 30', mit der nach vorn weisenden Fläche 104 der Rippe 100 und mit der radial nach innen weisenden Fläche 106 des Dichtungssegments 34' verklebt.

FIG. 2

Dichtung

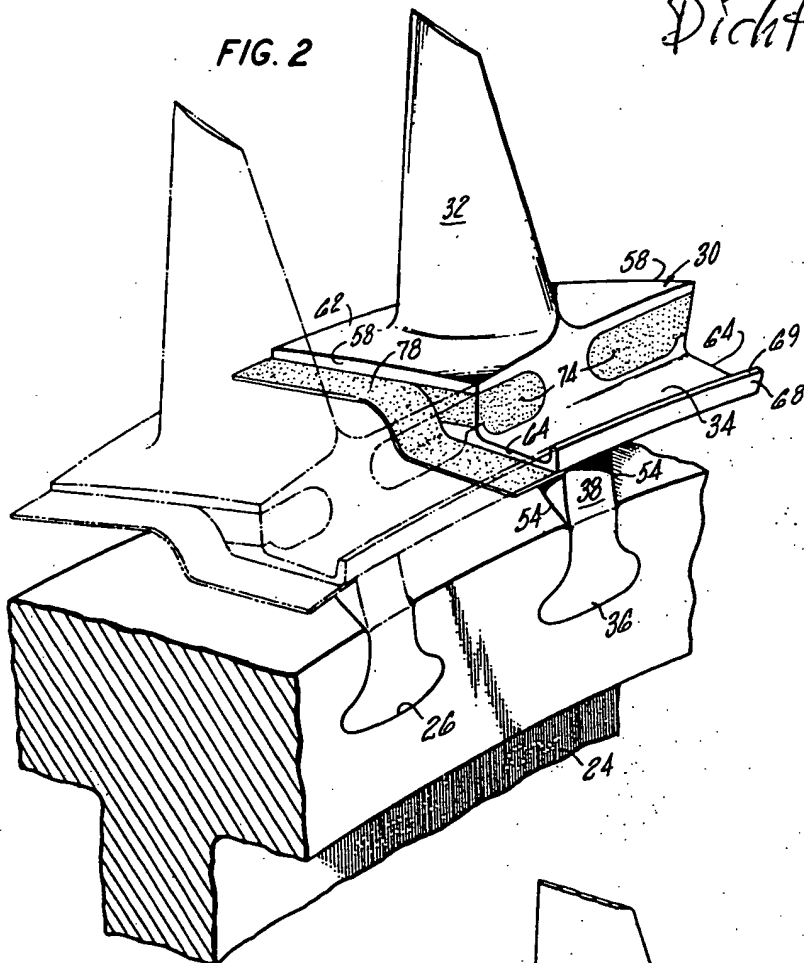
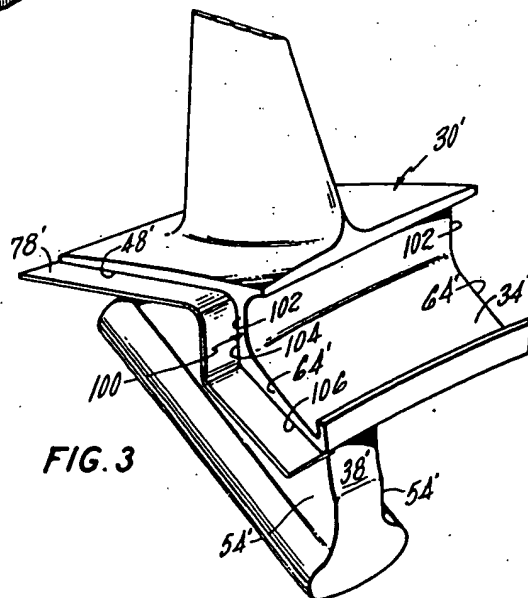


FIG. 3



120207

F01D 5/30 A

- 13 -

Nummer:
Int. Cl.³:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

33 03 482
F01D-11/08
2. Februar 1983
25. August 1983

